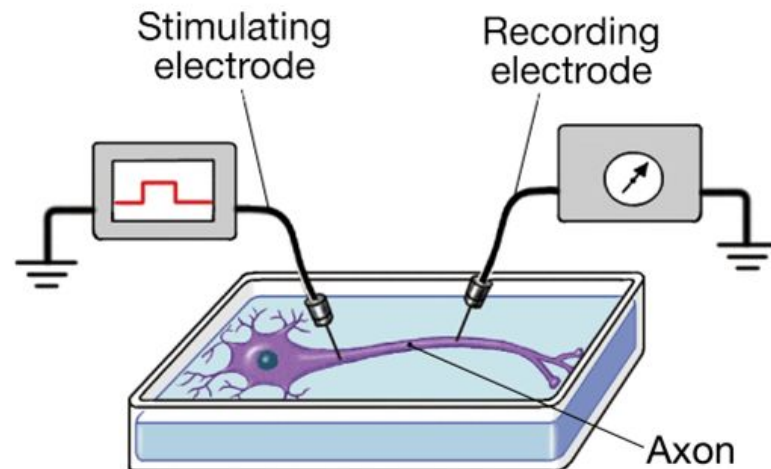
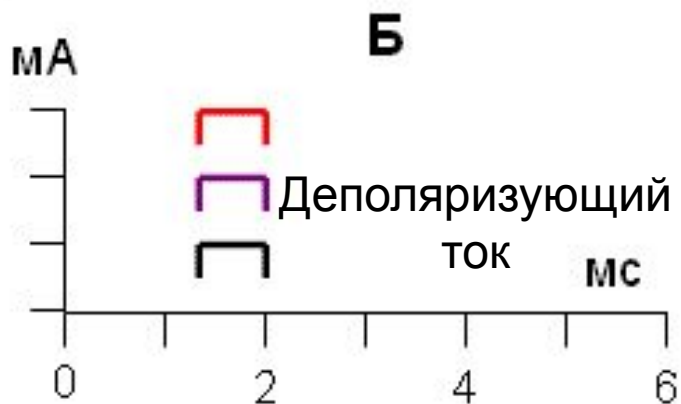
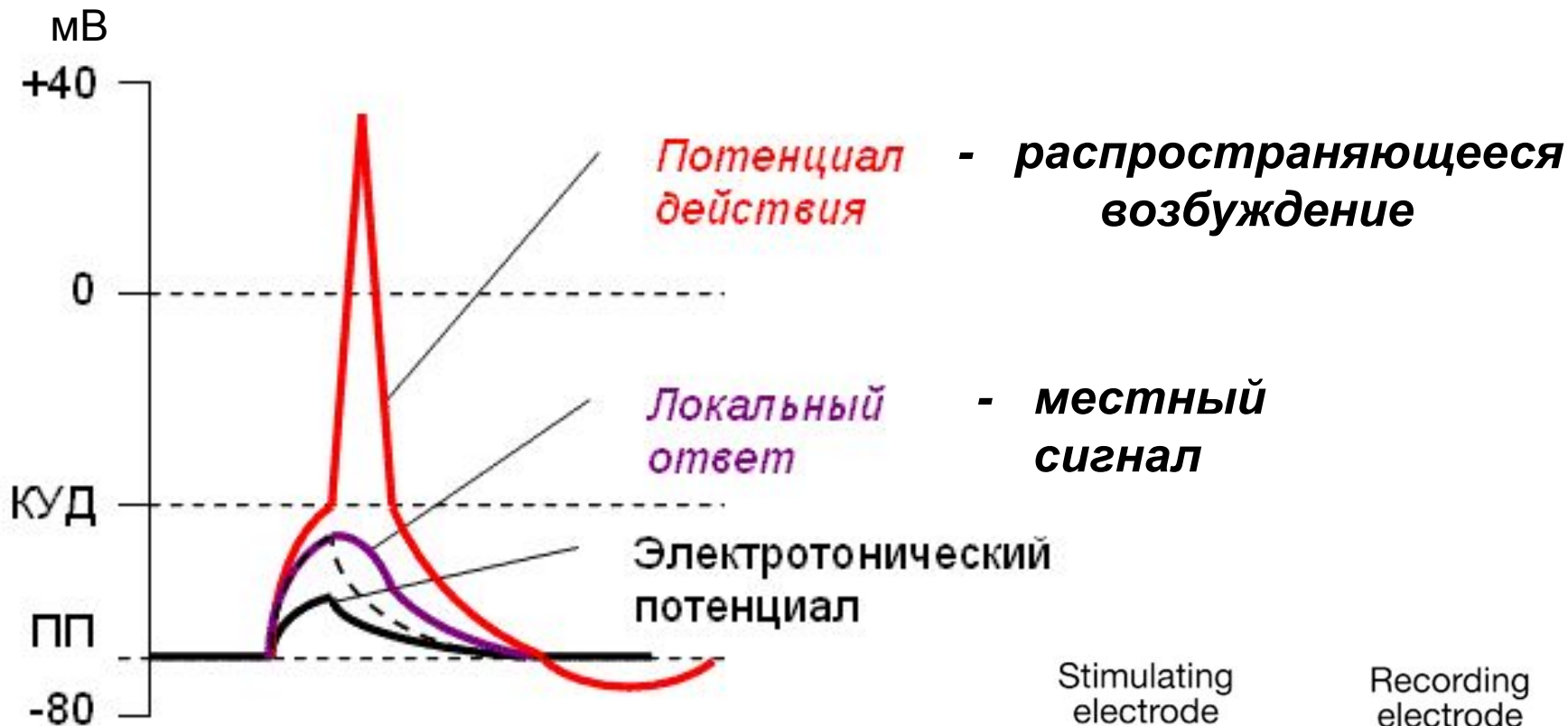


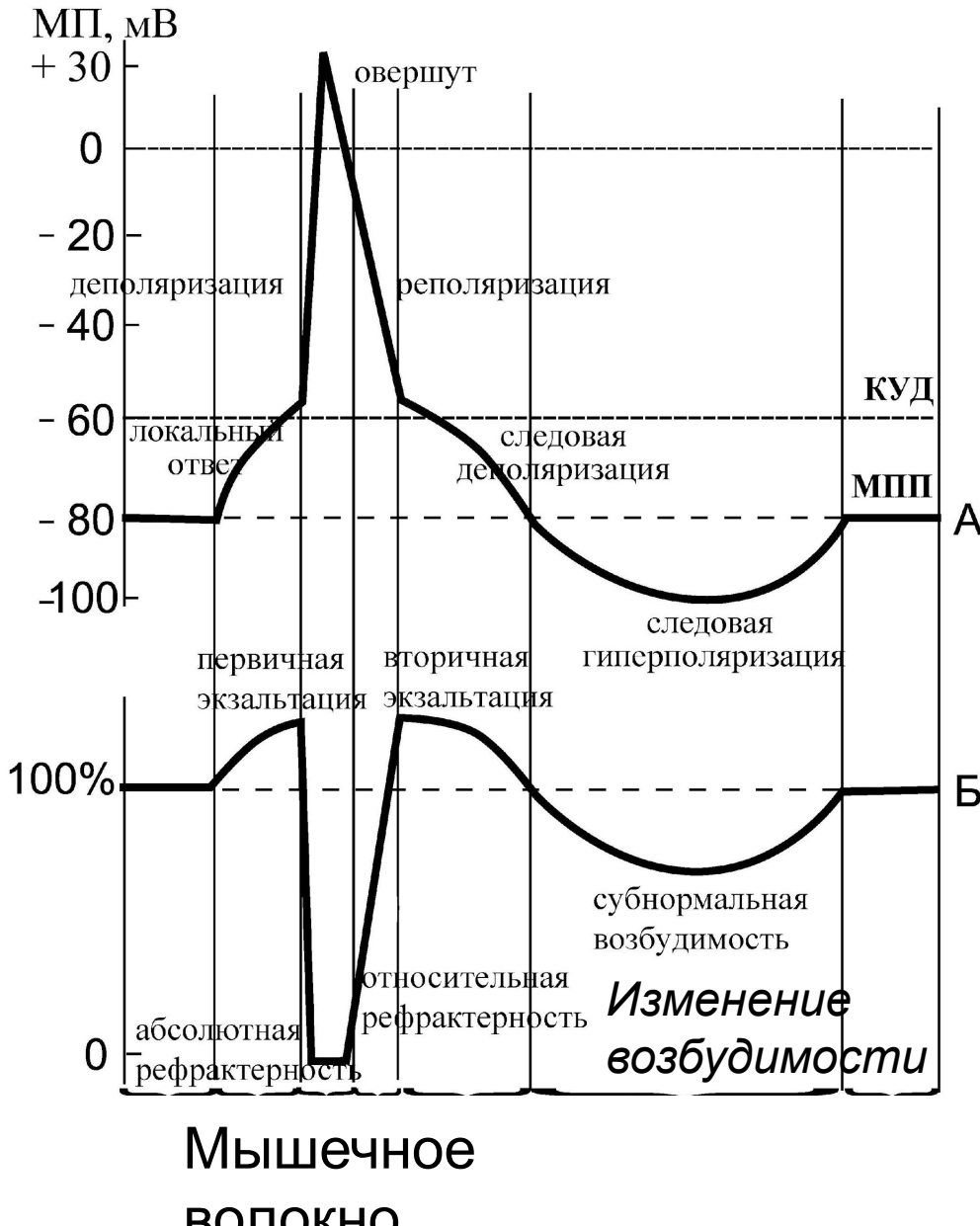
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА НЕРВОВ И МЫШЦ



Возбуждение – деполяризация мембраны



Возбудимость характеризует состояние возбудимой ткани



Абсолютная рефрактерность

- Генерация ПД невозможна
- Вызвана открытым состоянием большинства Na каналов с их последующей инактивацией

Относительная рефрактерность

- Генерация ПД возможна при увеличении интенсивности раздражителя
- Некоторая часть Na каналов все еще инактивирована, усиление тока K

Полярное действие постоянного тока

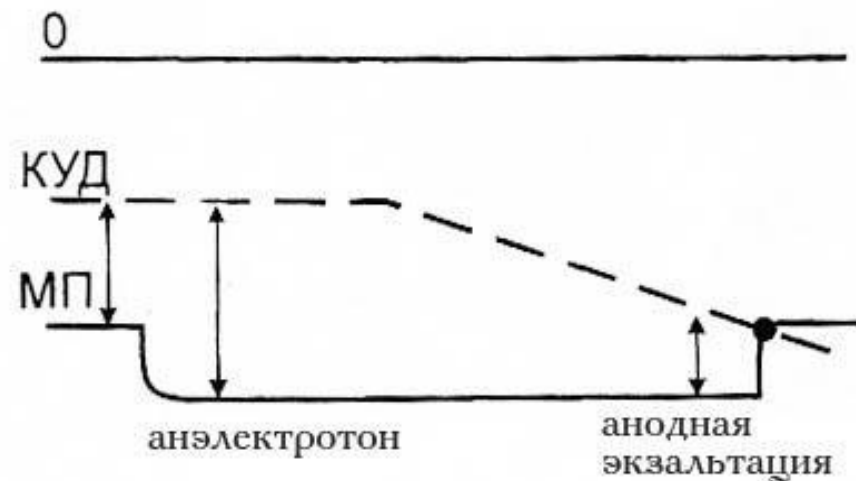


Линейный сдвиг МП –
«физический электротон»

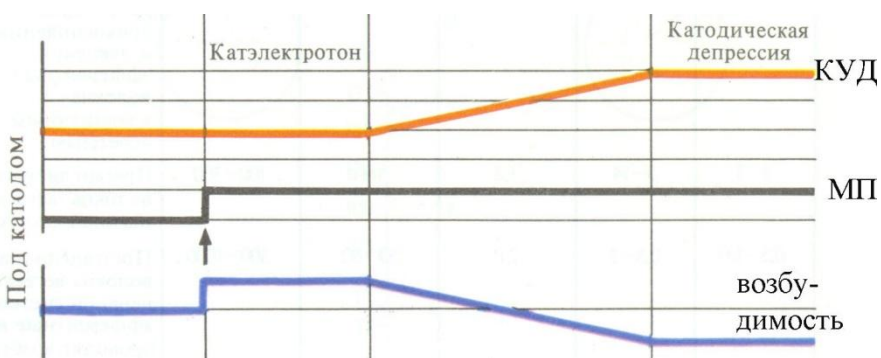
Сдвиг возбудимости –
«физиологический электротон»

Закон

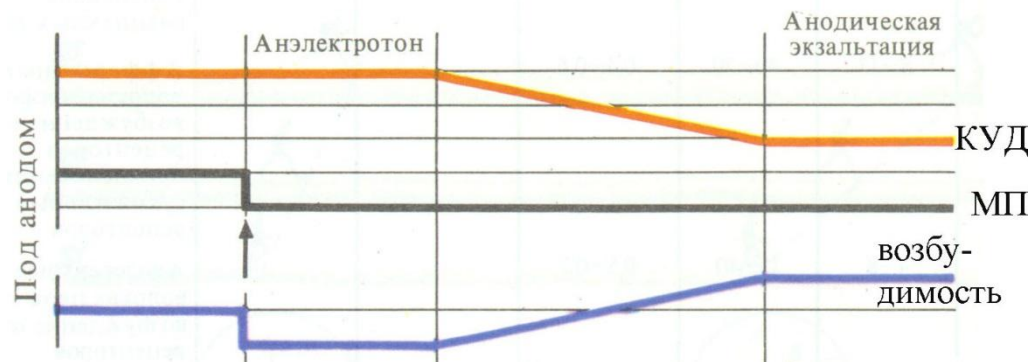
электродиагностики:
 $KЗС > АЗС > АРС >$
 $КРС$



Закон физиологического электротона Э.Пфлюгера



катэлектротон



анэлектротон

Коробков А.В. Чеснокова С.А. Атлас по нормальной физиологии. 1986

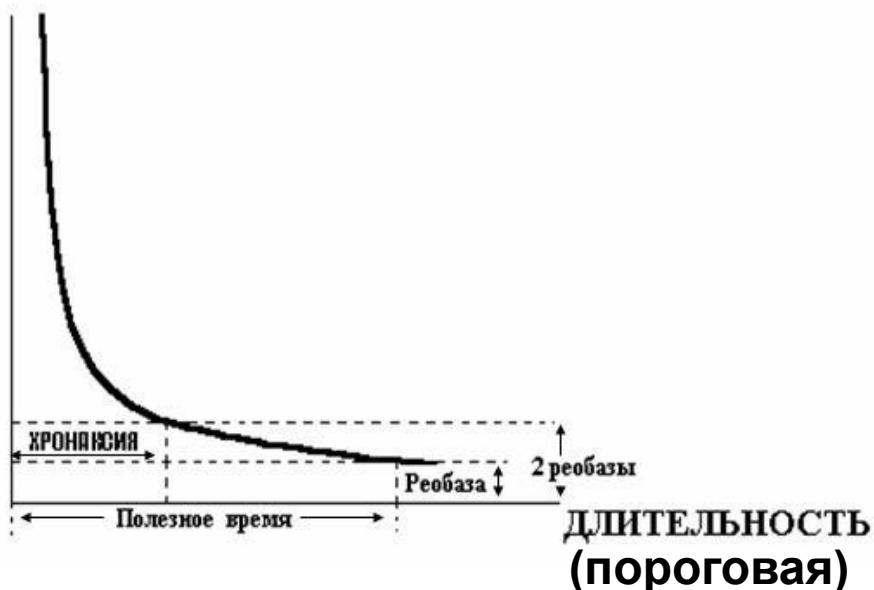
Действие постоянного тока на ткань сопровождается изменениями ее возбудимости.

Начальное прохождение постоянного тока через нерв или мышцу в участке ткани, расположенном под катодом, вызывает деполяризацию и повышает возбудимость (**катэлектротон**), а под анодом происходит гиперполяризация и возбудимость снижается (**анэлектротон**). Поэтому при замыкании цепи возбуждение возникает под катодом.

При длительном действии тока: под катодом происходит снижение возбудимости за счет инактивации Na-каналов – возникает **катодическая депрессия**. Под анодом в это время происходит устранение стационарной (постоянной) инактивации некоторых Na-каналов, КУД смещается вниз, возбудимость увеличивается (**анодная экзальтация**). При размыкании гиперполяризующий ток устраняется, мембранный потенциал возвращается к исходному уровню и достигает КУД – возникает возбуждение.

Закон Силы-Длительности

СИЛА (пороговая)



Пороговая сила стимула в определенных пределах обратно пропорциональна длительности действия раздражающего стимула.

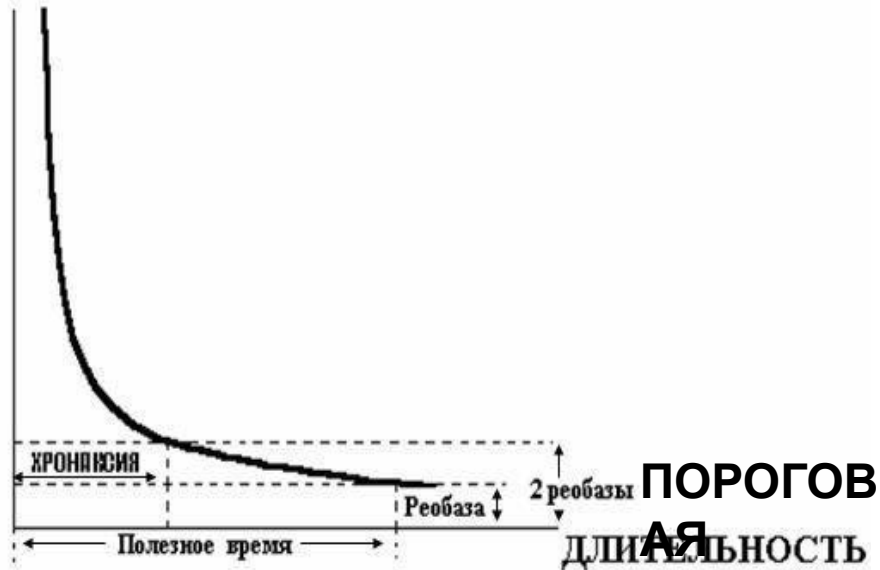
Руководство к практическим занятиям
по нормальной физиологии/ ред. К.В.Судаков. 2002, с добавлениями

Реобазы – минимальная сила деполяризующего тока, способная вызвать возбуждение при его неограниченно долгом действии. На оси времени ей соответствует **полезное время**. Вследствие асимптотической формы зависимости значение полезного времени трудно определить четко. Поэтому для характеристики порогового времени используют **хронаксию** – время, в течение которого должен действовать ток силой в 2 реобазы, чтобы вызывать возбуждение.

Хронаксиметрия

ПОРОГОВ

СИЛА
АЯ



НОРМ

Ы

Нерв

Мышца

Реобазы,
мА

3

4

Хронаксия,
мс

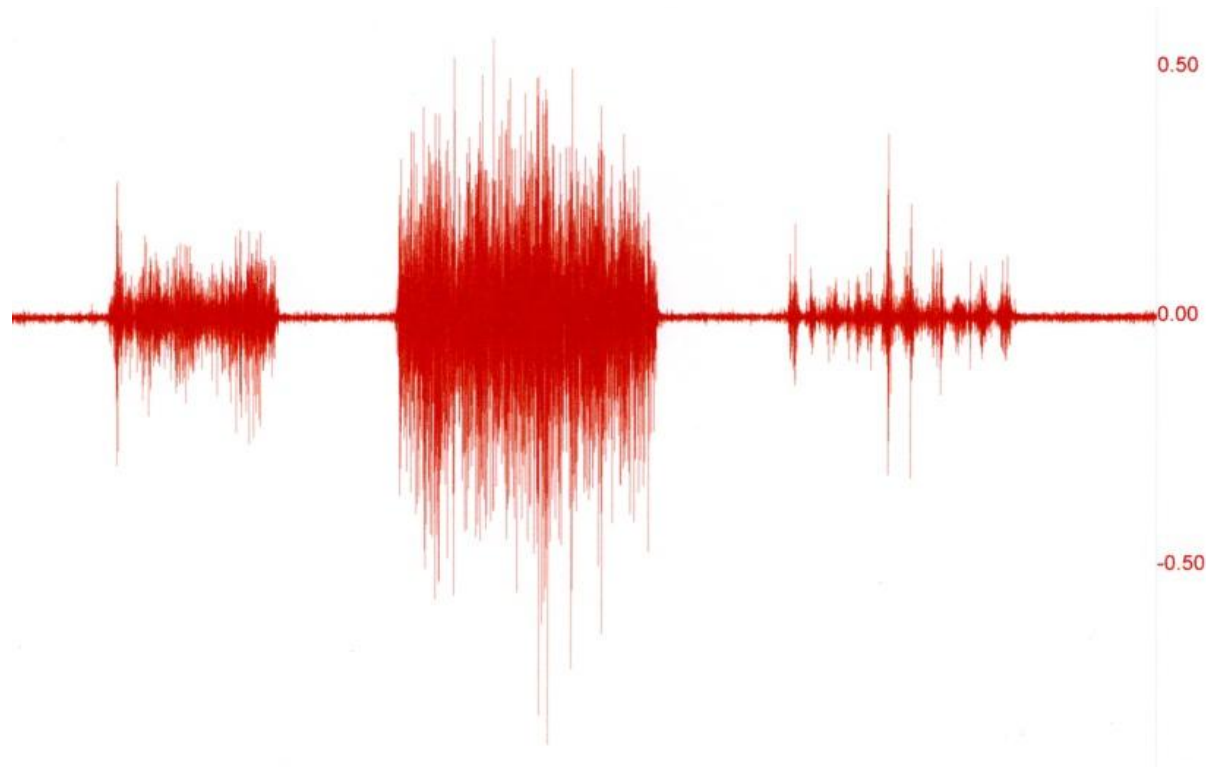
0,1 - 1

0,1 - 1

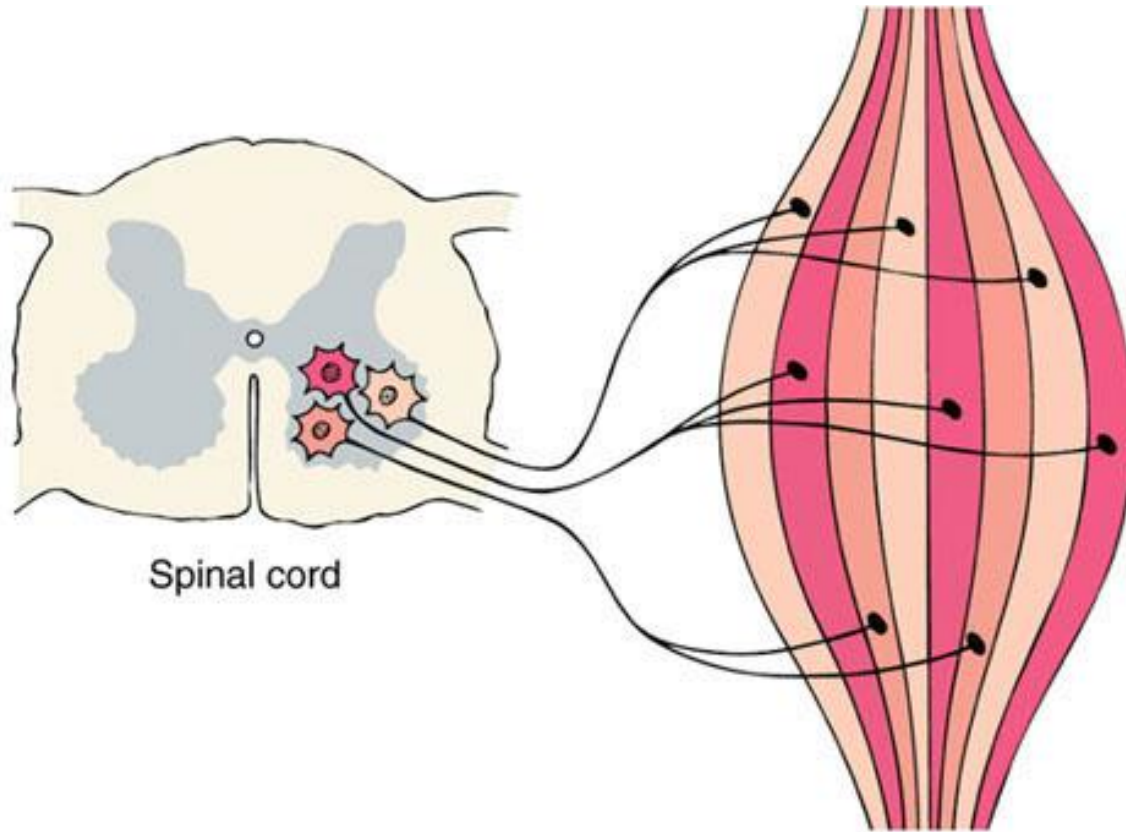
	Нормы Нерв	Мышца
Реобазы, мА	3	4
Хронаксия, мс	0,1 - 1	0,1 - 1

ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ (ЭМГ) –

метод исследования биоэлектрических потенциалов, возникающих в скелетных мышцах при возбуждении мышечных волокон



✓ **Двигательная единица (ДЕ)** – мотонейрон в совокупности с иннервируемыми им мышечными волокнами.



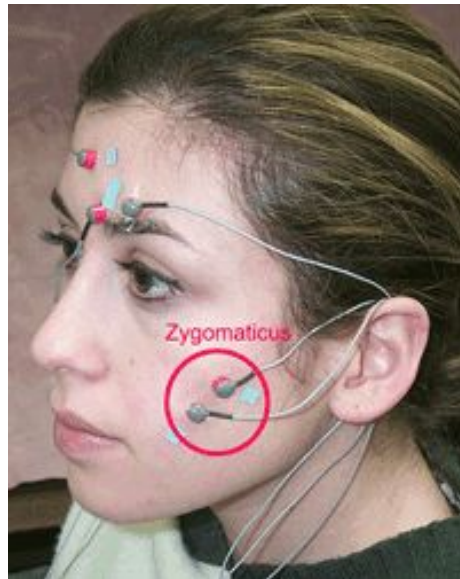
В состав одной ДЕ может входить от 5-10 мышечных волокон до нескольких сотен и тысяч:

- 7 - прямая мышца глаза;
- 560 - передняя большеберцовая мышца;
- 2037 – икроножная мышца.

СПОСОБЫ РЕГИСТРАЦИИ ЭМГ

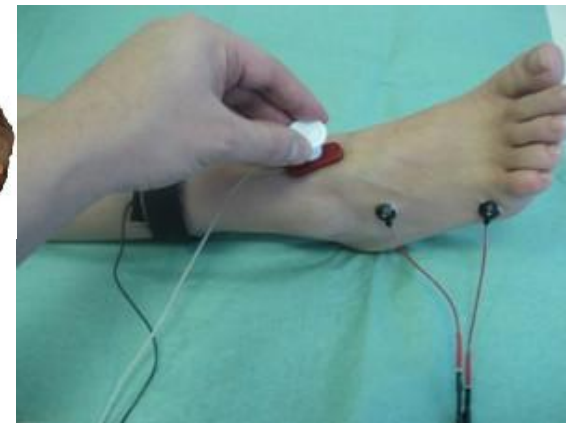
1. Поверхностная (накожные электроды):

регистрация суммированных колебаний потенциалов всех двигательных единиц, находящихся в области отведения

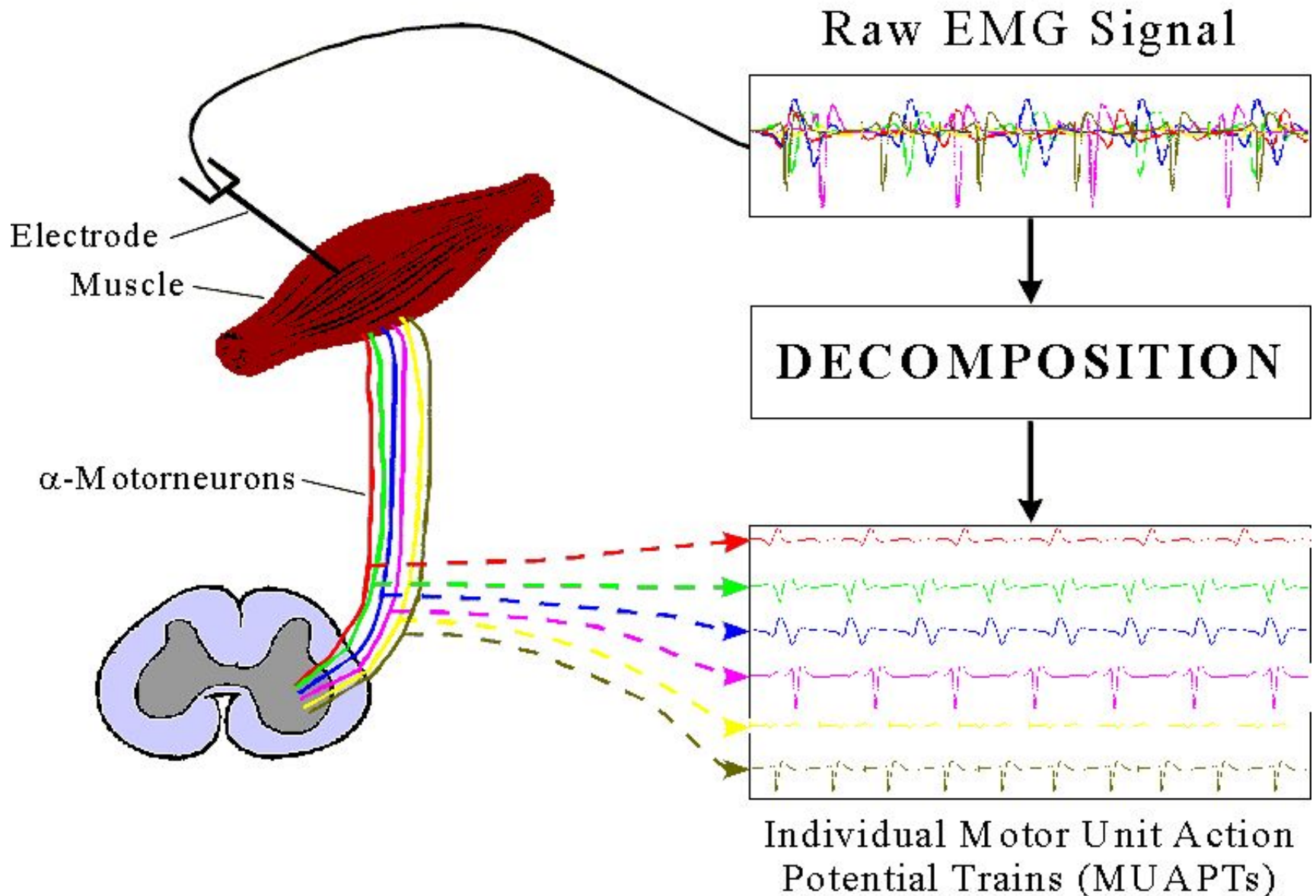


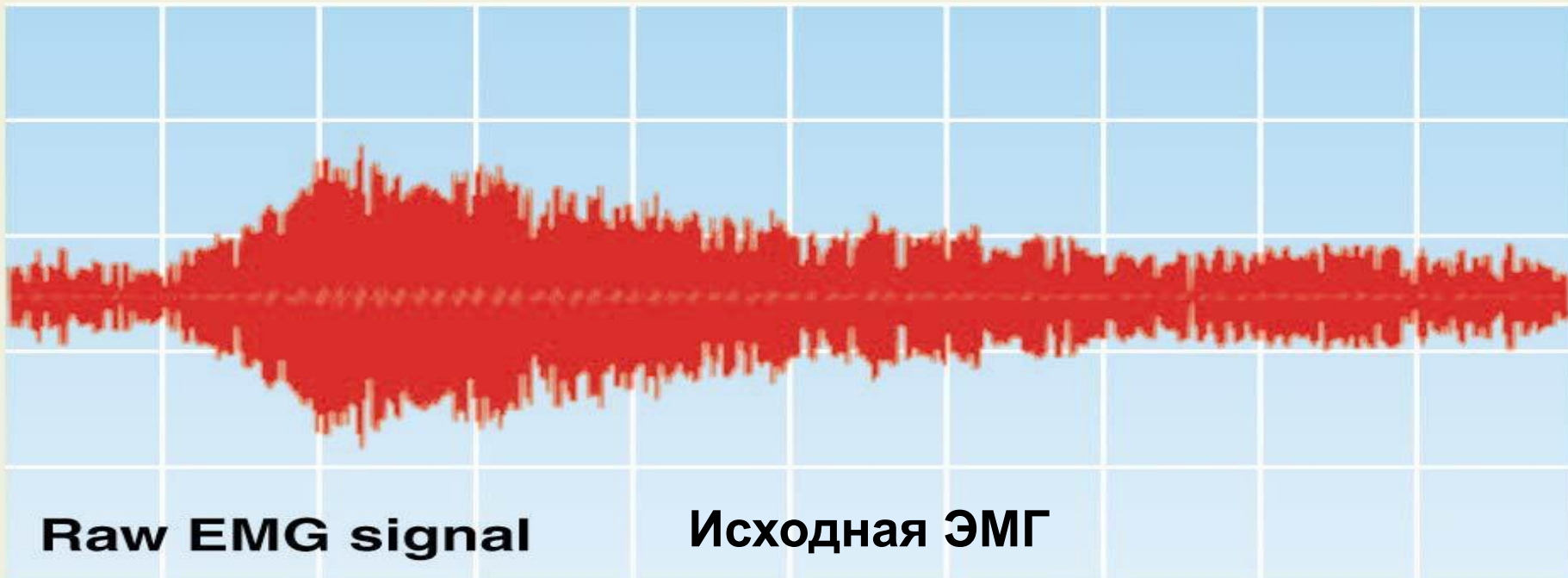
2. Игольчатые электроды:

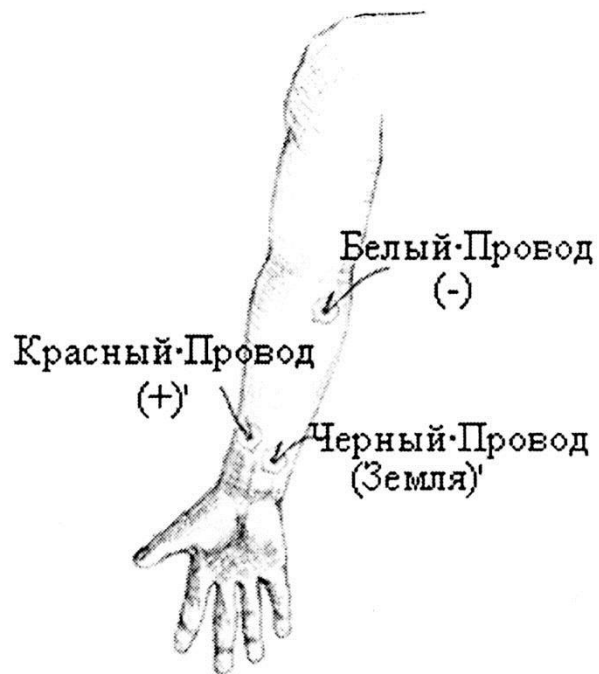
регистрация колебаний потенциалов в отдельных мышечных волокнах или двигательных единицах



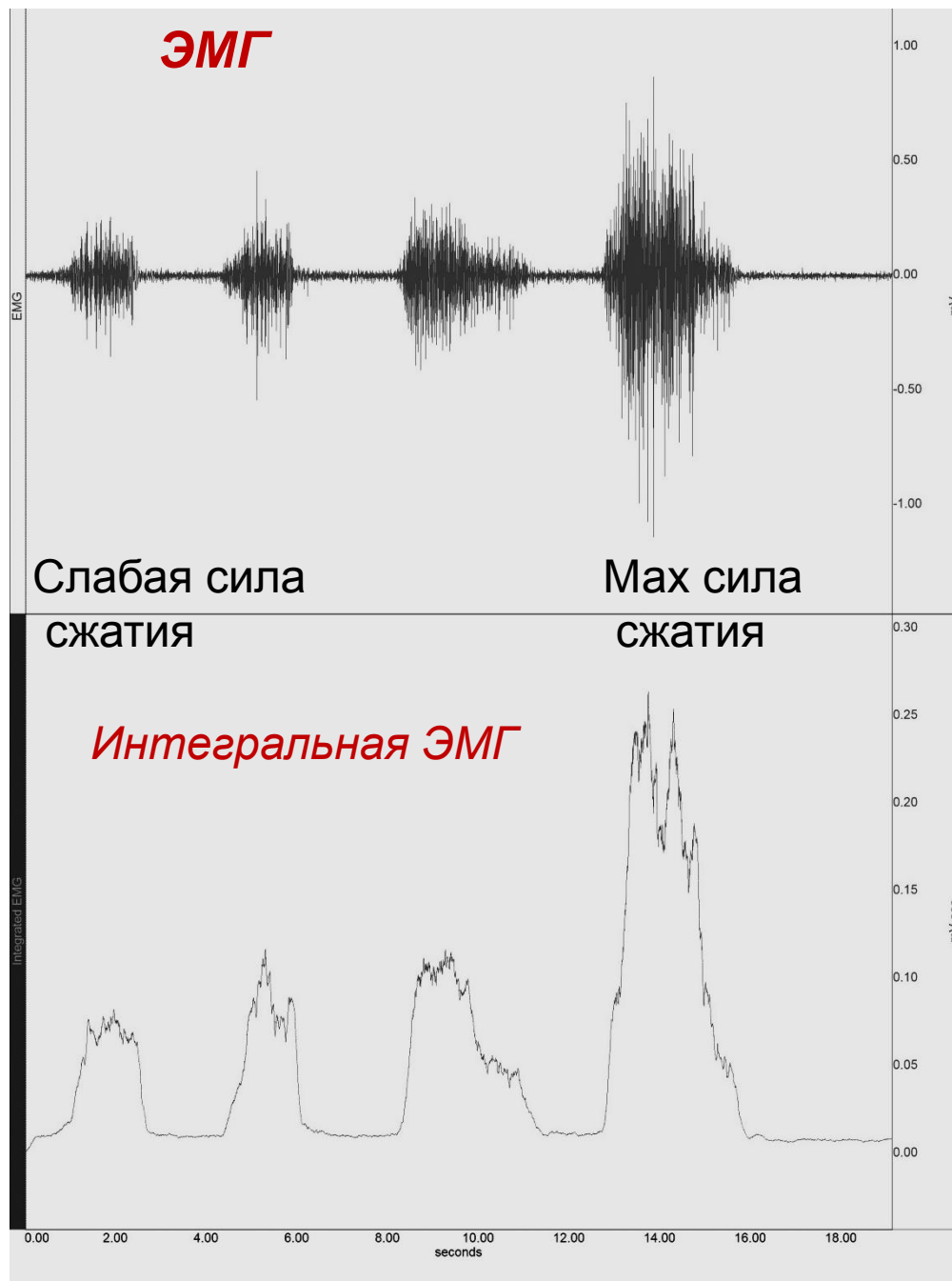
Суммарная ЭМГ: отражает возбуждение множества *ДЕ*.





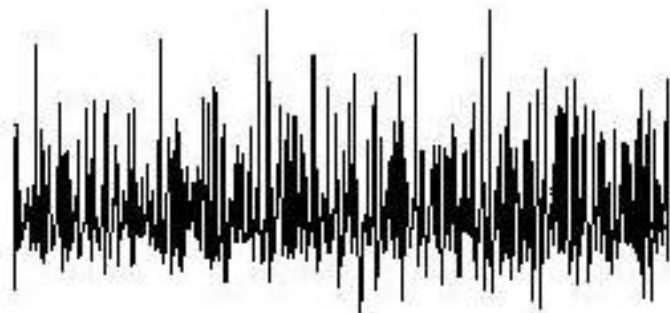


Инструкция
—
сжать кулак



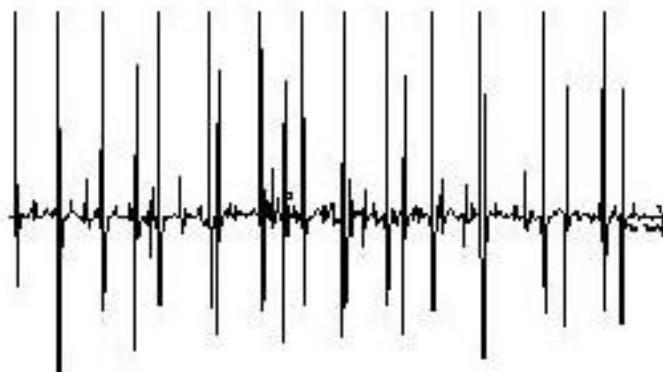
Interference pattern

A.



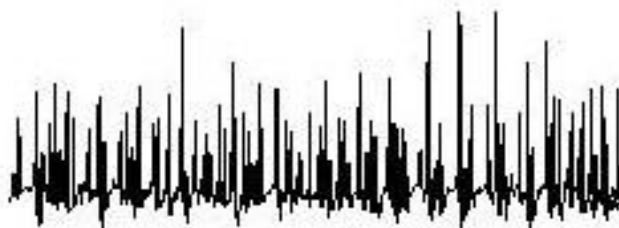
Normal trace

B.



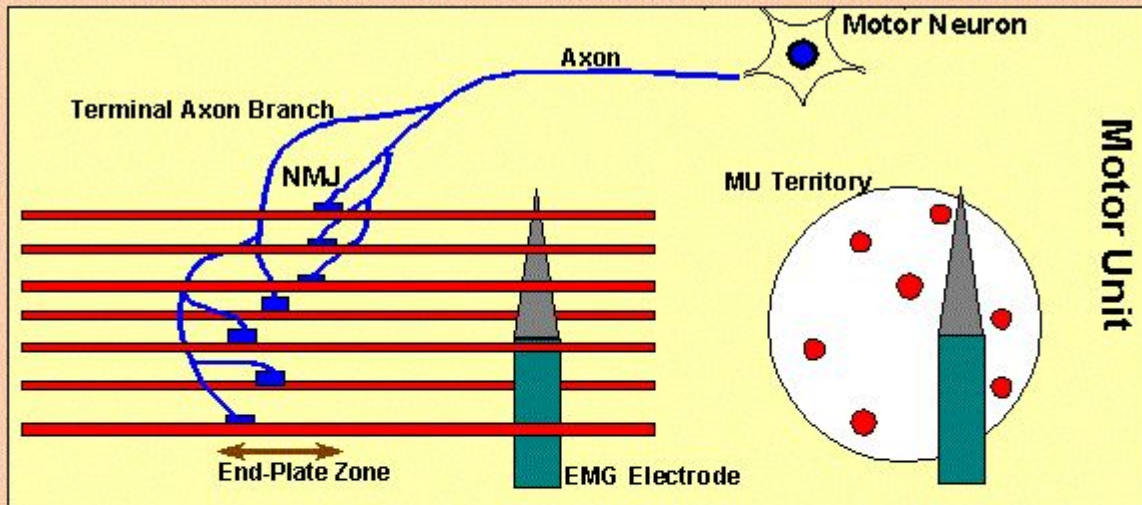
Neuropathic trace

C.

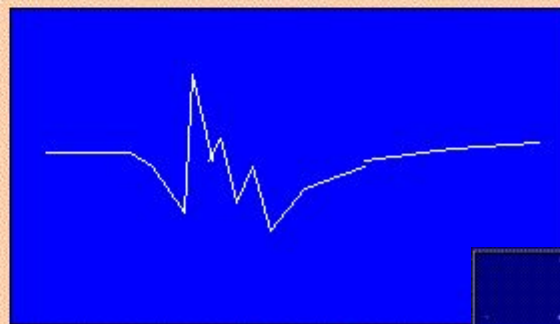


Myopathic trace

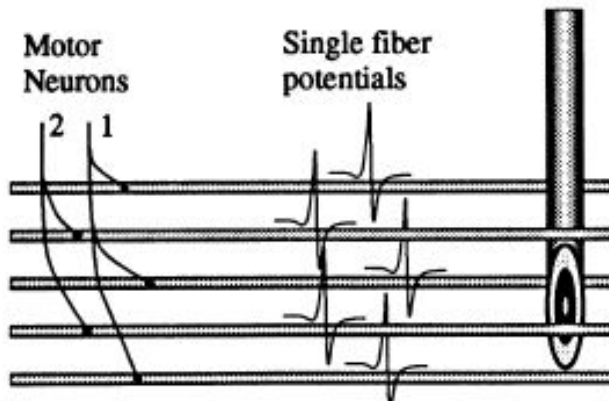
Generation of a Motor Unit Potential



Muscle Fiber AP



MUP



Игольчатая ЭМГ:

регистрация ПД отдельной двигательной единицы (ПДЕ).

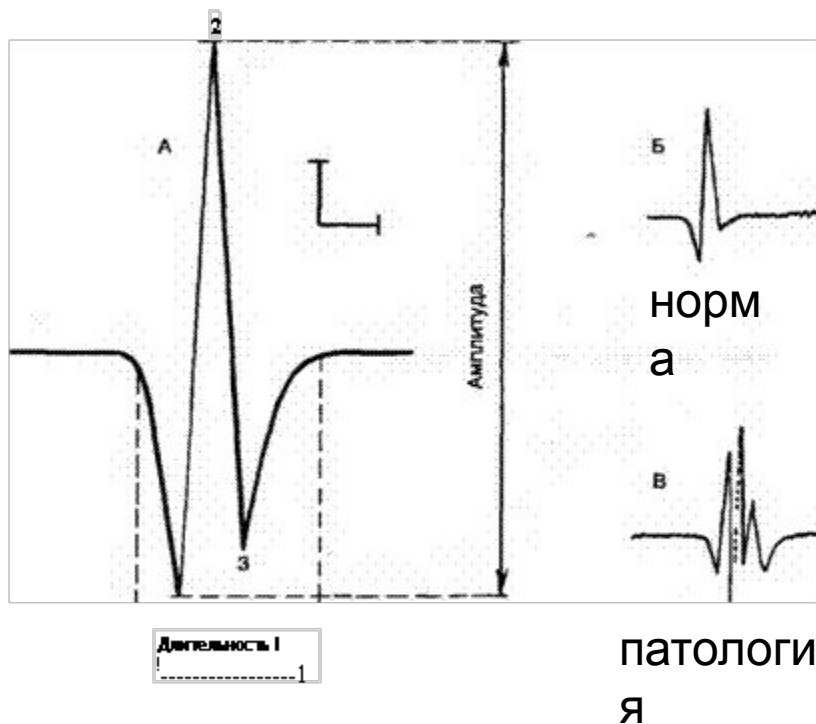
ПДЕ –

пространственная и временная суммация ПД волокон одной ДЕ



Показаниями для игольчатой ЭМГ являются:

- 1) Первично-мышечные заболевания (полиомиозит, миопатии и др). **Только с помощью игольчатой ЭМГ можно ответить на вопрос, есть ли у больного первично-мышечное заболевание или нет.**
- 2) Заболевания мотонейронов - нейронопатии
- 3) Невральные поражения периферического нейромоторного аппарата (различные нейропатии, травмы периферических нервов и т.д.)
- 4) Синаптические заболевания (миастения и др.).



Основные показатели ПДЕ:

- Амплитуда
- Длительность
- Форма

От чего зависит амплитуда потенциала одной двигательной единицы (ПДЕ)?

- 1) От количества работающих мышечных волокон в составе ДЕ
- 2) От синхронности вовлечения в работу рядом расположенных волокон и ДЕ
- 3) От возбудимости мышечных волокон

Форма ПДЕ:

оценивается по количеству фаз: в норме 3 фазы.

(фаза – колебание, пересекающее изолинию)

- Если ПДЕ имеет 5 и более фаз, он расценивается как полифазный, что указывает на структурные изменения ДЕ в мышце.
- В норме 5% полифазных ПДЕ (не более 10%)

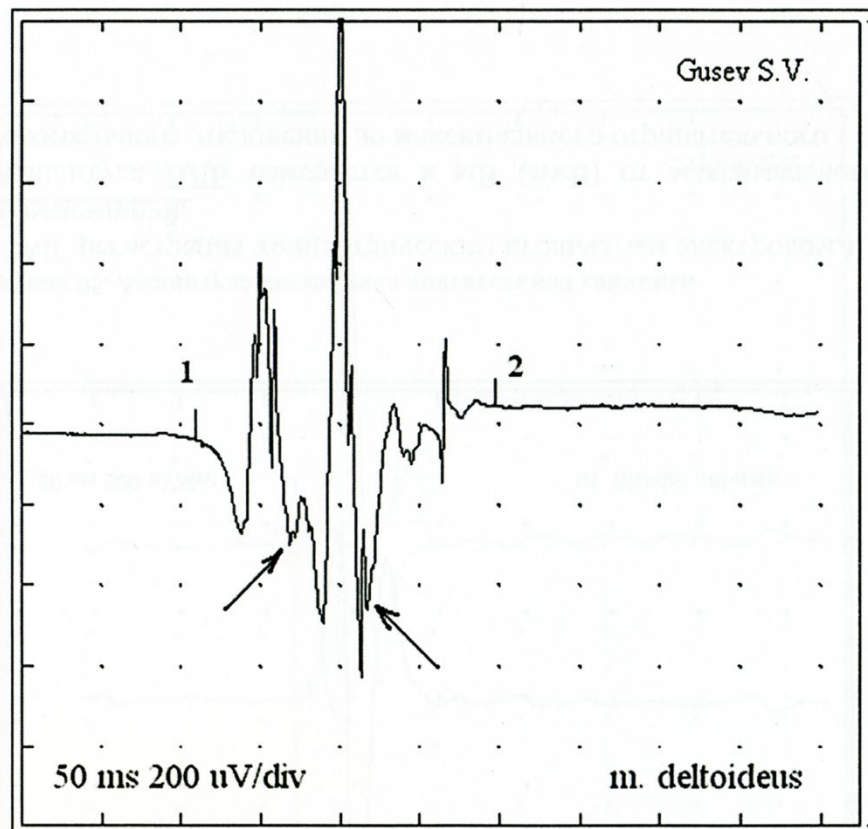
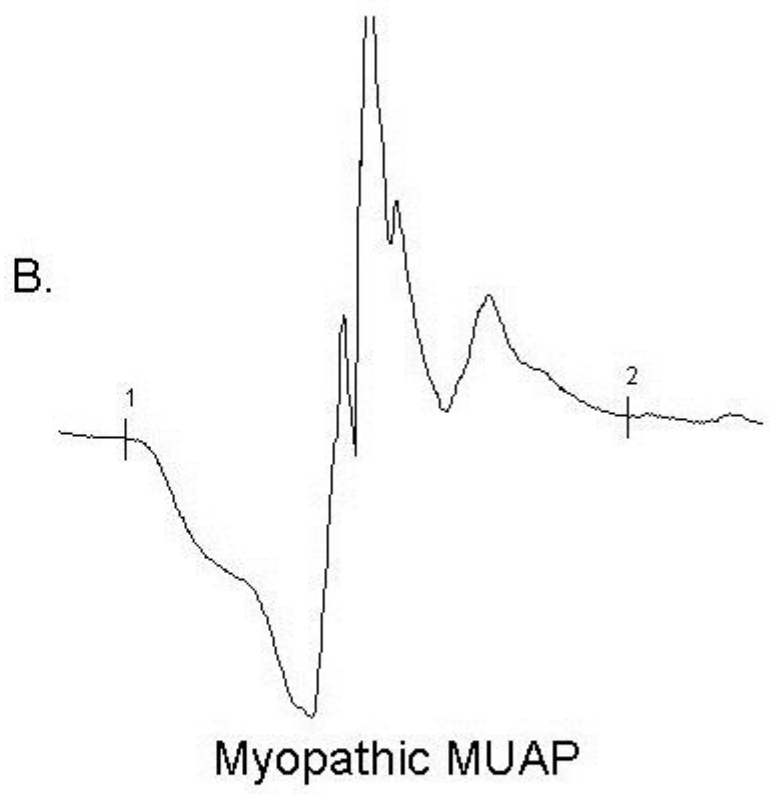
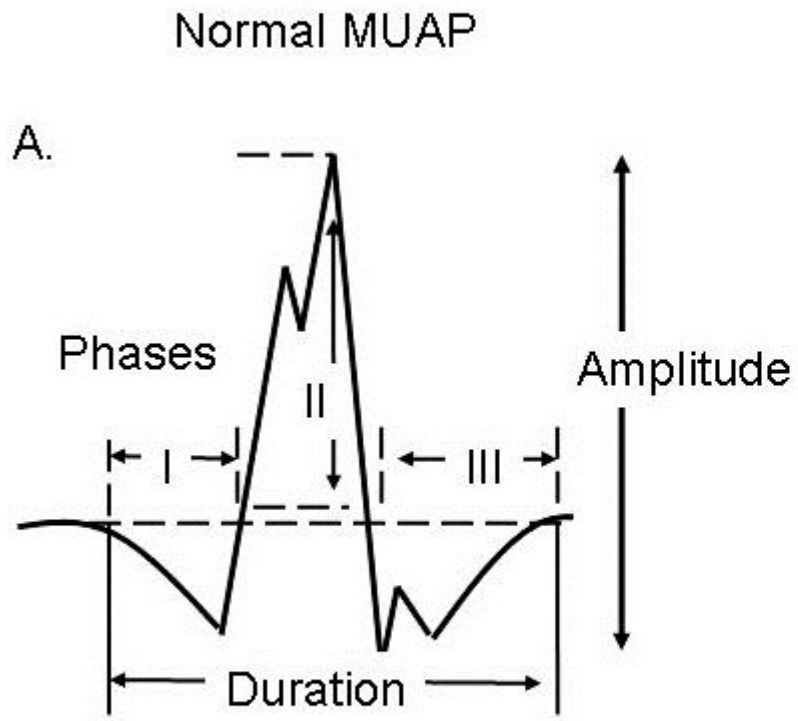


Рисунок 66. Полифазный потенциал двигательной единицы.
(ЭМГ регистрация концентрическим игольчатым электродом.)

Neuropathic MUAP



	Амплитуда ПДЕ, мВ	Длительность ПДЕ, мс
Норма	< 2	10
Денервация	10-20	20-30
М		

Стимуляционная ЭМГ

— регистрация колебаний потенциалов, возникающих в мышце при искусственной стимуляции нерва или органов чувств – изучение параметров возбуждения нерва или мышцы.

Задачи стимуляционных методов ЭМГ:

1. Исследование прямой возбудимости мышц (электродиагностика).
2. Оценка состояния эфферентного звена (мотонейронов и их аксонов).
3. Анализ состояния чувствительных (афферентных) волокон периферических нервов.
4. Изучение нервно-мышечной передачи

Раздражение периферического нерва:

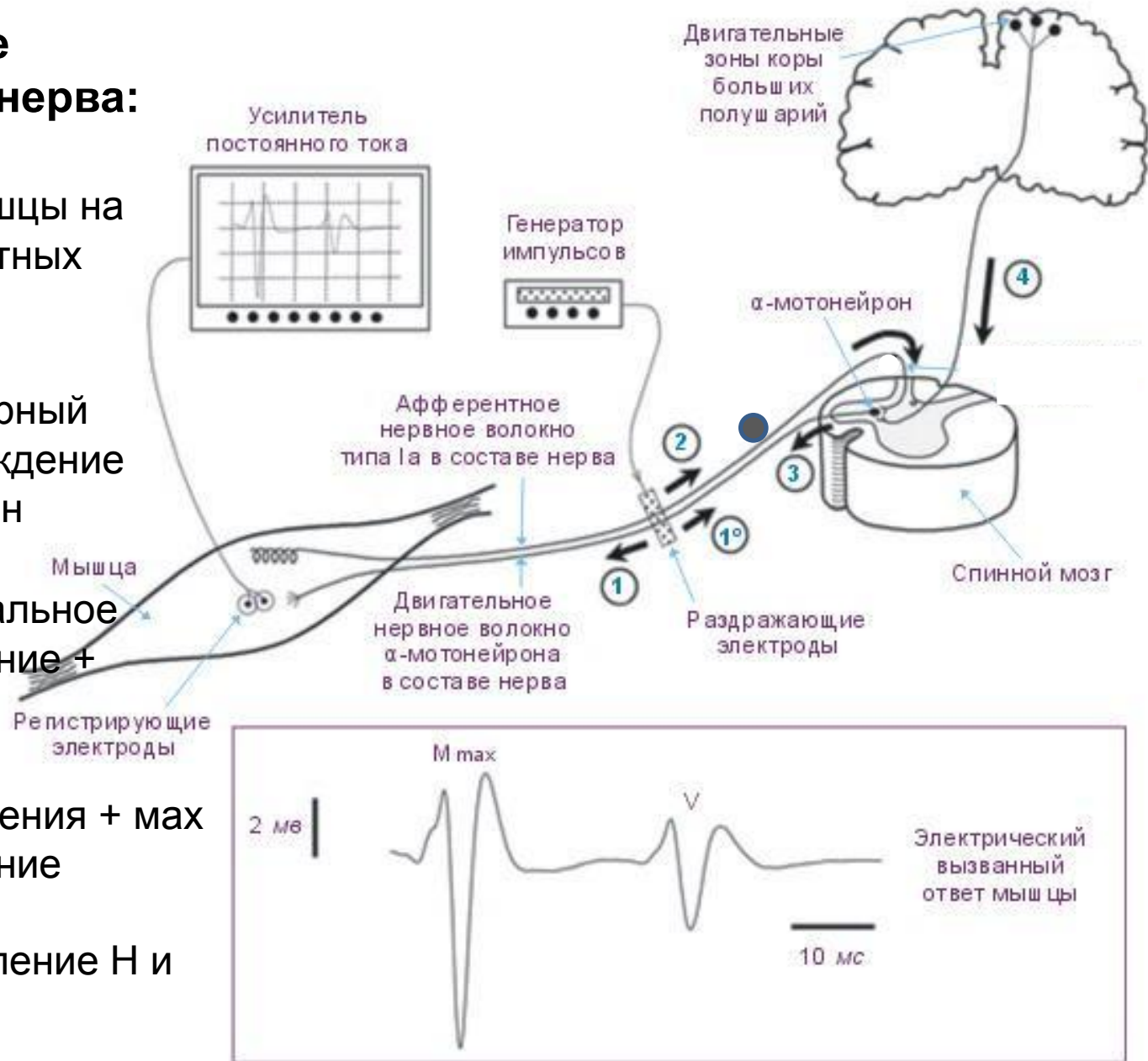
M-ответ – ответ мышцы на возбуждение эфферентных волокон мотонейронов

H-ответ – рефлекторный ответ мышцы на возбуждение чувствительных волокон

V-ответ - максимальное произвольное сокращение + супрамаксимальная стимуляция

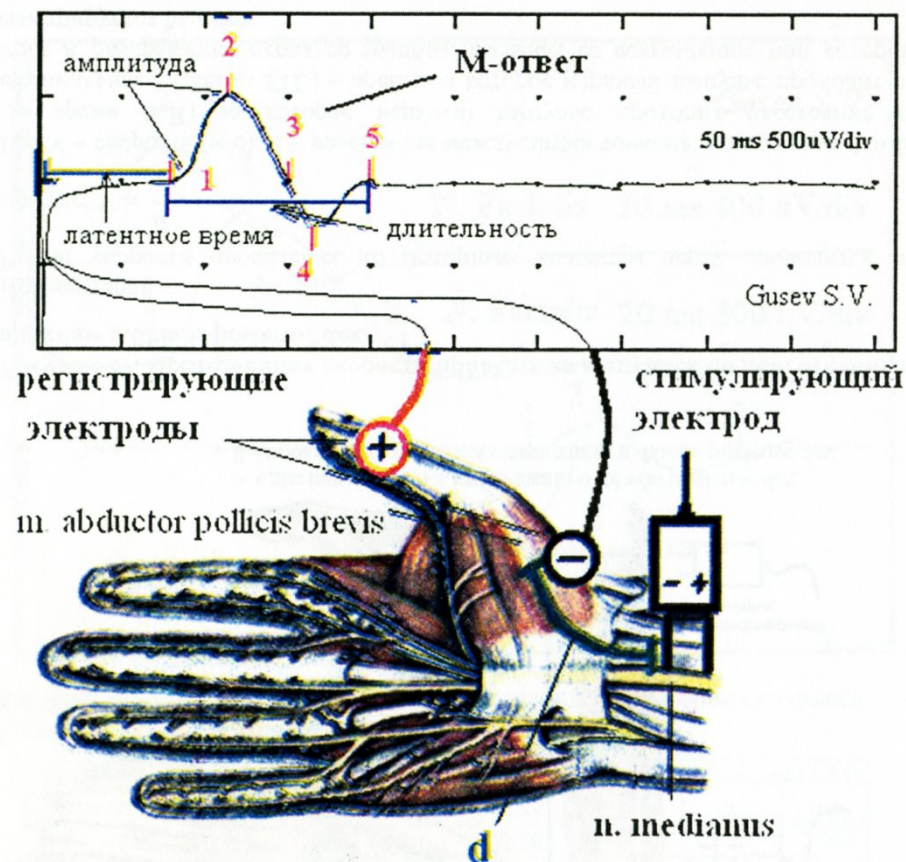
Большая сила раздражения + max произвольное сокращение

- сильный M-ответ
- слабый V-ответ (подавление H и V-ответа антидромным возбуждением)



М-ответ – суммарный ПД мышцы в ответ на раздражение иннервирующих ее эфферентных волокон

(отсутствует при атрофии мышцы, дегенерации, разрыве нерва).

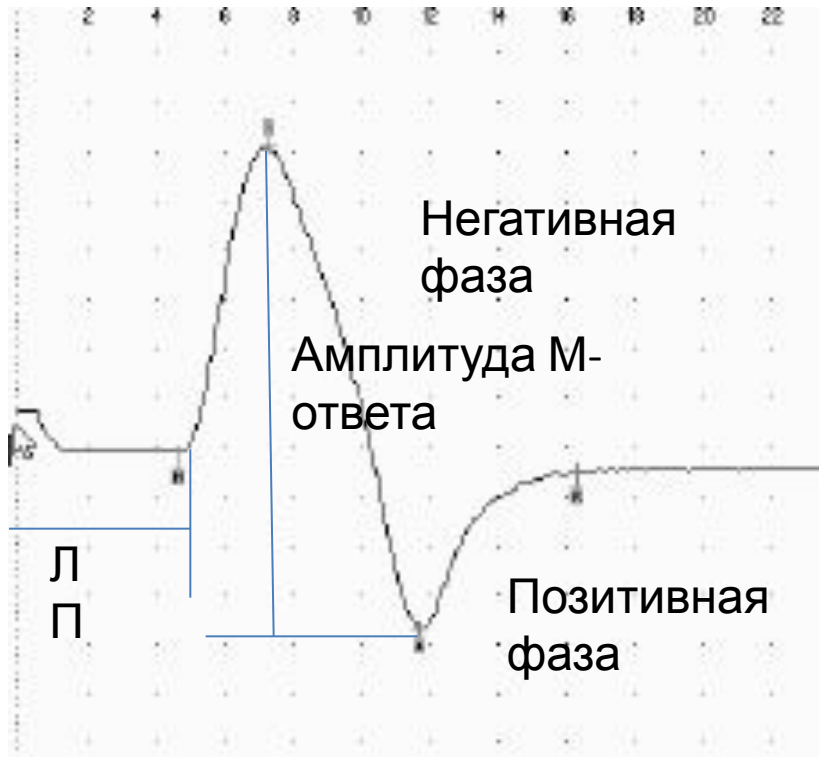


Показатели М-ответа:

- Пороговая сила раздражения (повышен при аксонопатиях)
- Сила раздражителя, вызывающего максимальный М-ответ;
- Амплитуда М-ответа (снижена при миопатиях, аксонопатиях)

максимальная амплитуда М-ответа

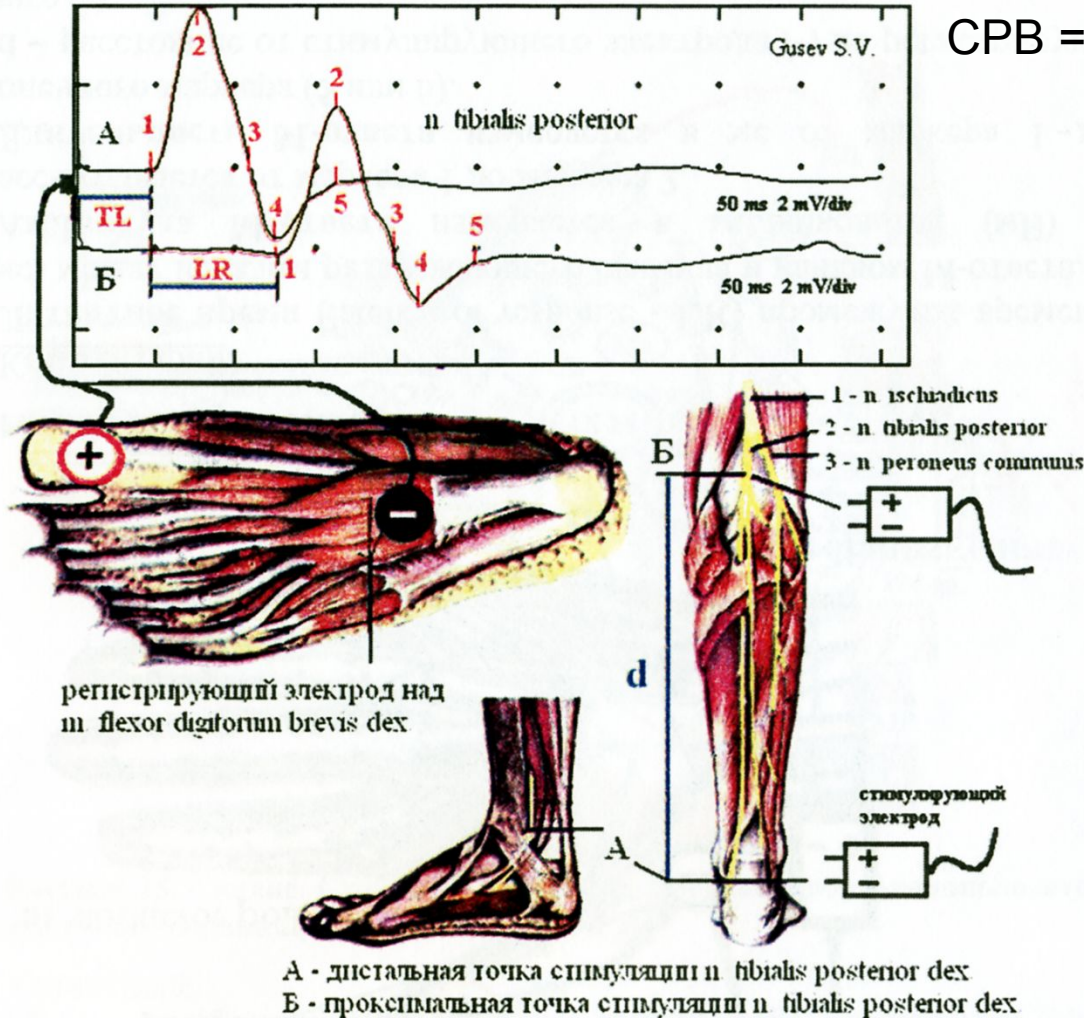
- Число двигательных единиц = (при супрамаксимальной стимуляции)
минимальная амплитуда М-ответа



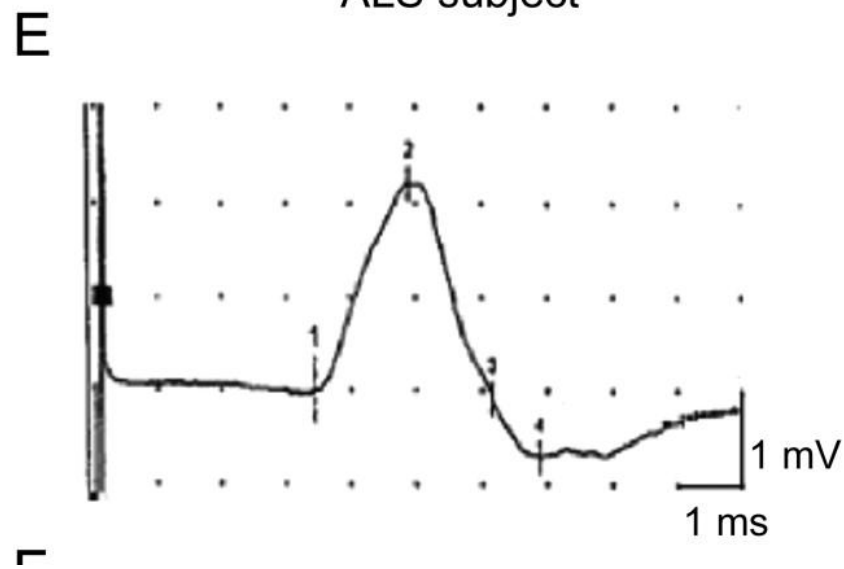
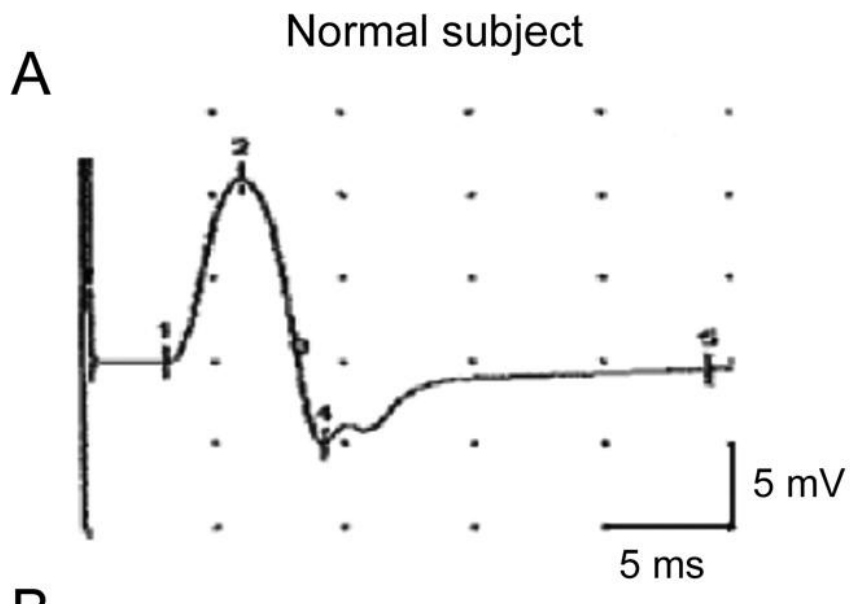
- Форма М-ответа (при полиневрите зубцы, полифазность)
- Латентный период (ЛП) М-ответа

- При последовательной стимуляции в двух точках можно вычислить *скорость распространения возбуждения по двигательным волокнам*:

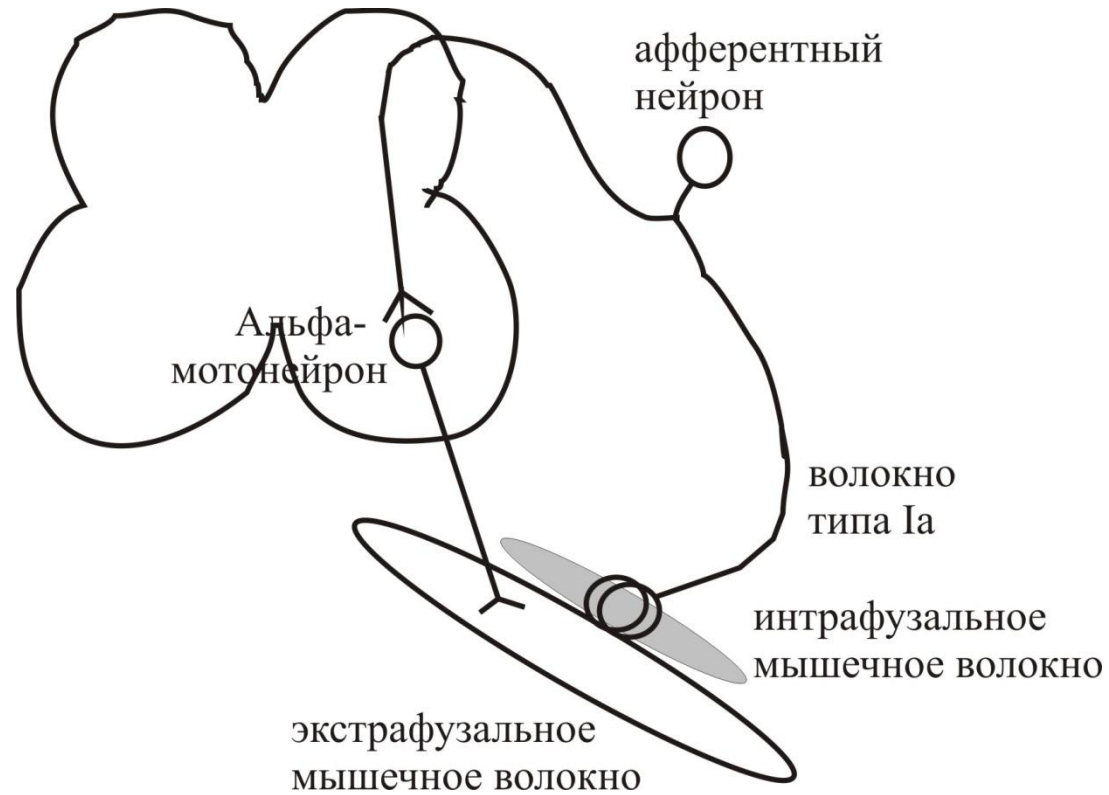
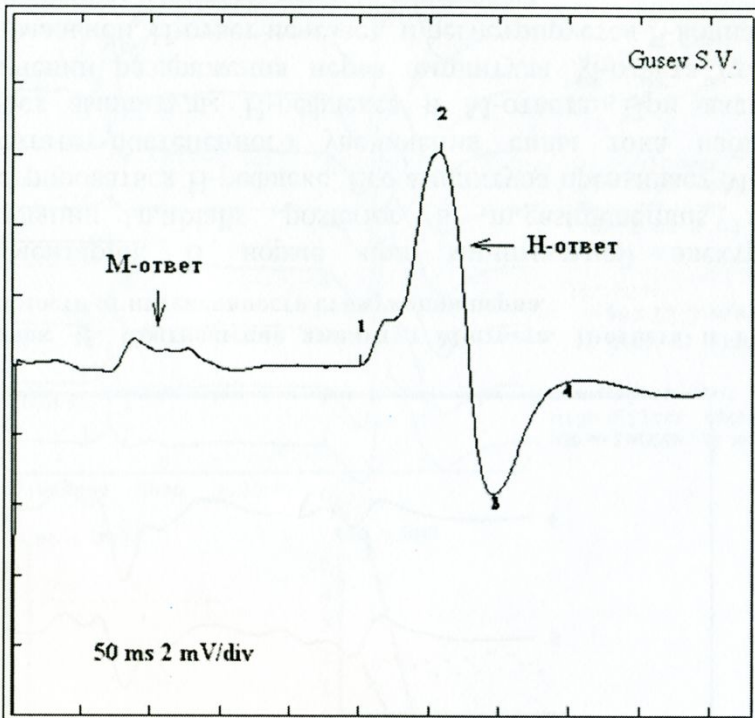
$$CPB = \frac{\text{Расстояние между точками (d)}}{\text{ЛПп} - \text{ЛПд (LR)}}$$



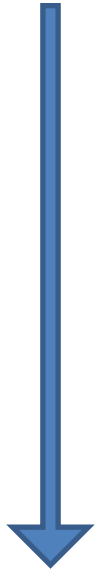
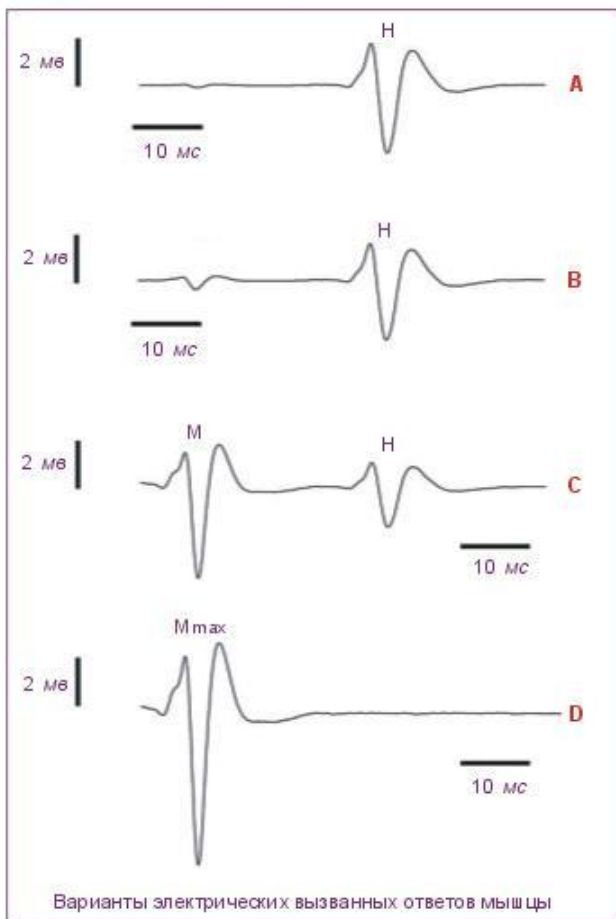
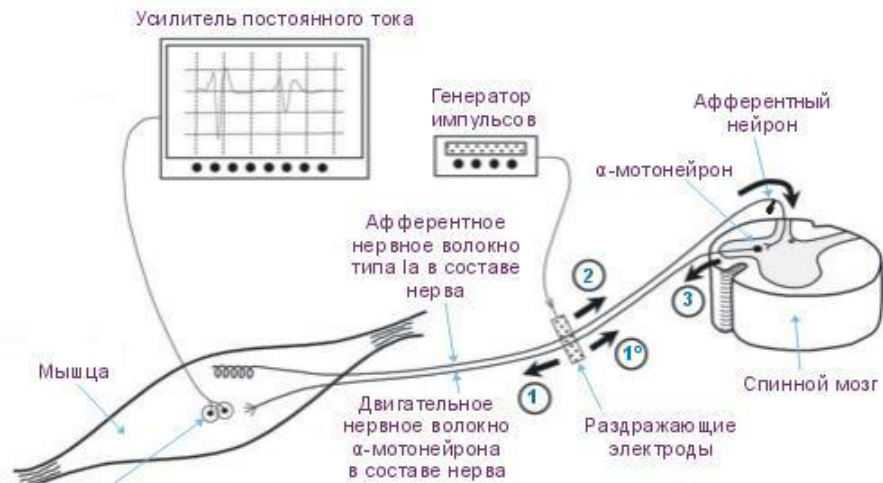
Пациент с боковым
амиотрофическим
склерозом (поражение
двигательных
нейронов)
ALS subject



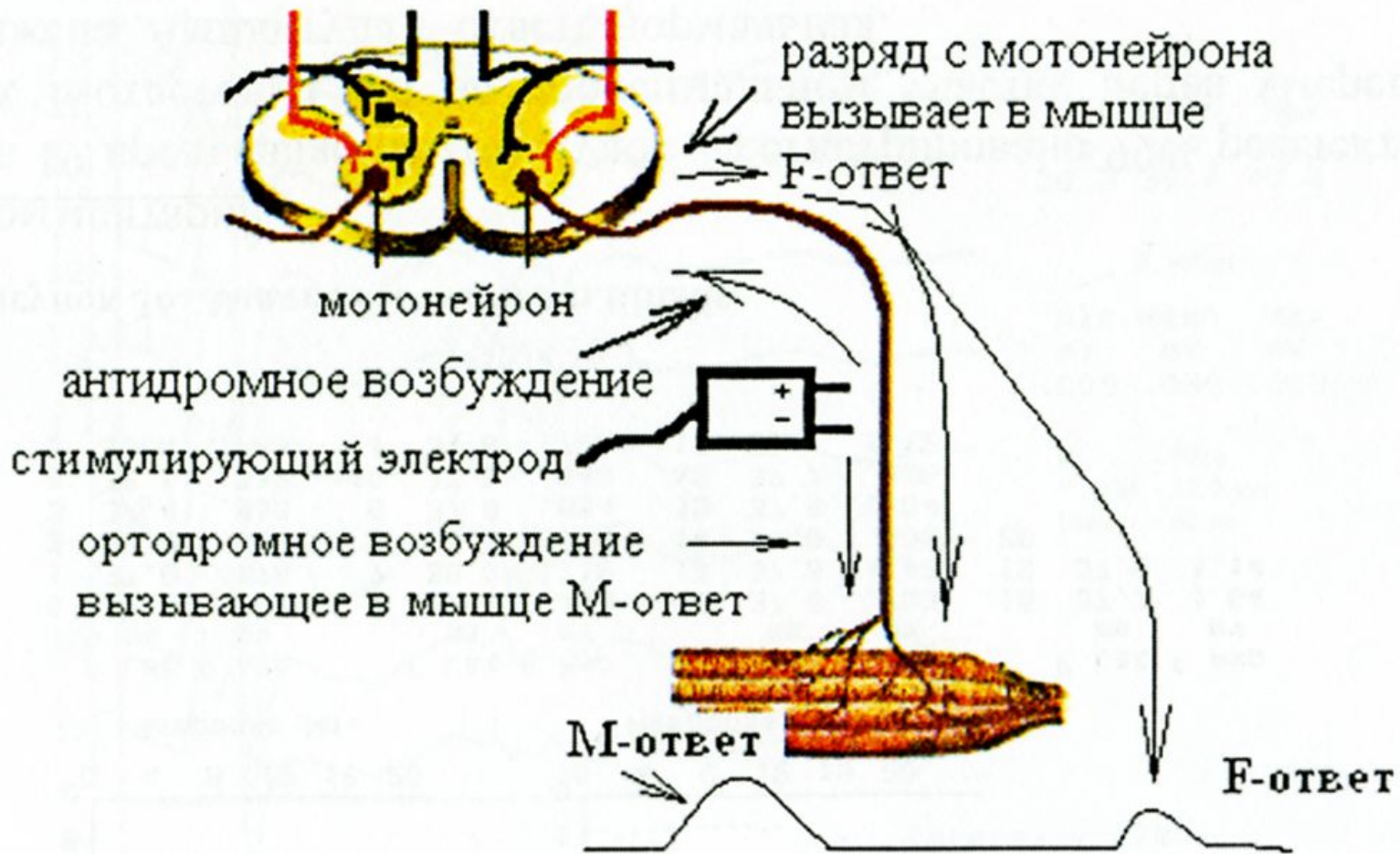
H-ответ (H-рефлекс) – рефлекторный ответ мышцы, вызванный раздражением афферентных волокон нерва.



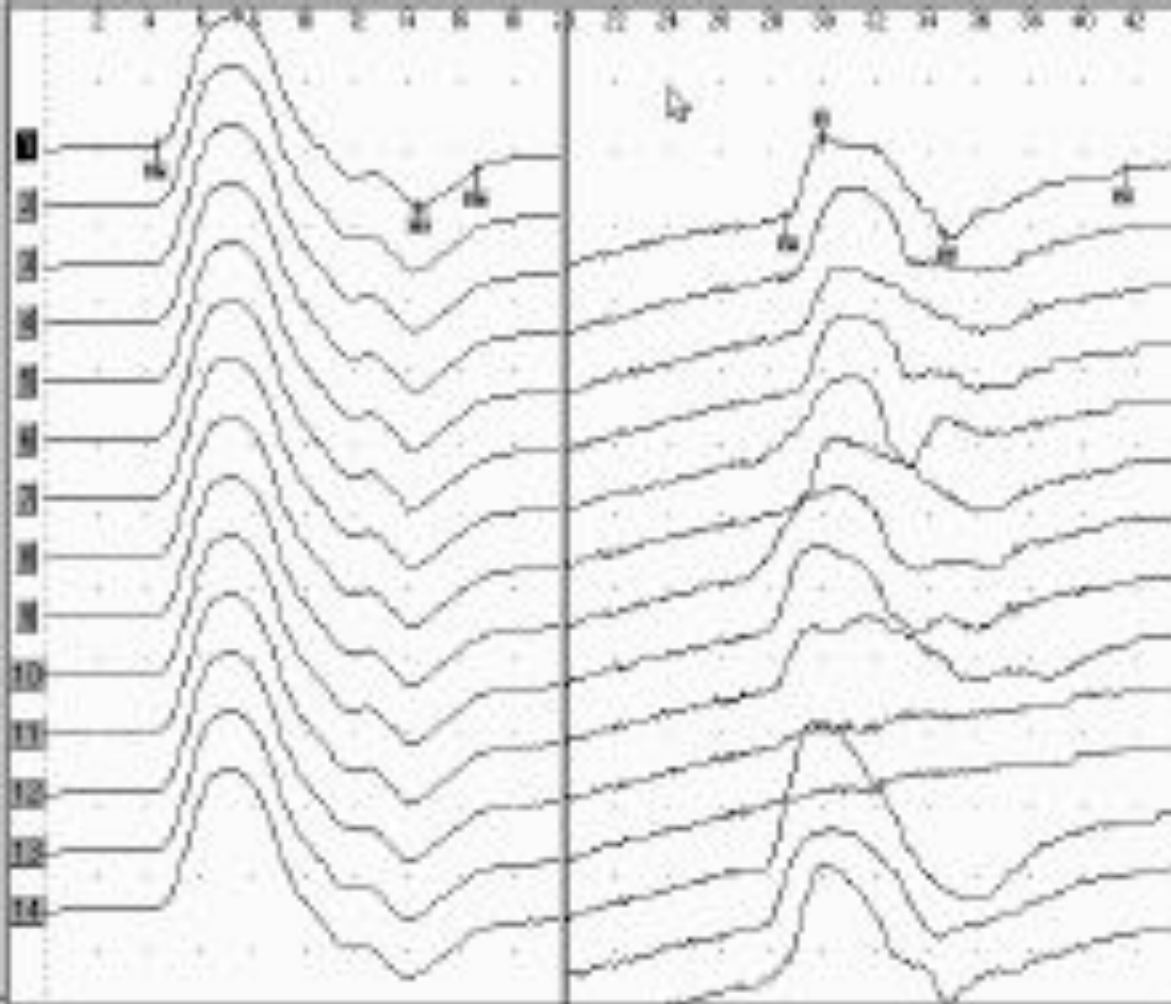
Амплитуда H-ответа (точки 1-2) зависит от числа возбужденных мотонейронов



Увеличение силы тока



F-ОТВЕТ (F-волна): антидромное распространение возбуждения по двигательным волокнам к мотонейронам, их разряд и возврат возбуждения к мышце .



F-ответ:
определяют в
дистальных группах
мышц (кисти, стопы)
одновременно с
максимальным М-
ответом

Латентный период F-волны включает время антидромного распространения импульса по проксимальному участку нерва, задержку на генерацию ПД мотонейрона (около 1 мс) и время ортодромного проведения возбуждения до соответствующей мышцы. Анализируя эти параметры, можно вычислить скорость распространения возбуждения по двигательным волокнам для проксимальных участков нервов, где измерение ее обычным способом невозможно.